

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **02172289 A**

(43) Date of publication of application: **03.07.90**

(51) Int. Cl

H01S 3/18

(21) Application number: **63326826**

(71) Applicant: **NEC CORP**

(22) Date of filing: **23.12.88**

(72) Inventor: **YAMAZAKI HIROYUKI**

(54) DISTRIBUTED FEEDBACK SEMICONDUCTOR LASER

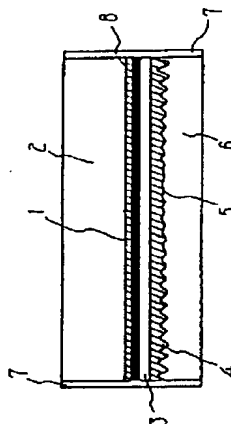
method, and stable oscillation of single axis mode can be realized even at the time of large output.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

PURPOSE: To restrain hole burning by a simple method, and realize stable oscillation of single axis mode even at the time of large output by making the groove depth of a diffraction grating shallow in the vicinity of the central part of an active waveguide, and making the depth deeper as the groove approaches more closely to both end surfaces of the active waveguide.

CONSTITUTION: The groove depth of a diffraction grating 5 is made shallow in the vicinity of the central part of an active waveguide composed of an active layer 1, a buffer layer 3, and an optical guide layer 4, and is made gradually deeper as the groove approaches more closely to both end surfaces of the active waveguide. In this manner, coupling coefficient is nonuniformly distributed in the direction along the active waveguide, e.g., the axial direction of a cavity. For example, the coupling coefficient in the vicinity of the central part of the resonator is small to be 30cm^{-1} or so, and it is gradually increased up to about 70cm^{-1} toward the end surface. Hence the electric field distribution becomes flat, and hole burning is effectively restrained. Thereby, hole burning can be restrained by a simple



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-172289

⑮ Int. Cl.⁵

H 01 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

7377-5F

⑬ 公開 平成2年(1990)7月3日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 分布帰還型半導体レーザ

⑰ 特 願 昭63-326826

⑱ 出 願 昭63(1988)12月23日

⑲ 発 明 者 山 崎 裕 幸 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称

分布帰還型半導体レーザ

特許請求の範囲

レーザ発振に与る活性導波路に回折格子が形成され、前記活性導波路の中央付近で前記回折格子の位相がシフトしている位相シフト分布帰還型半導体レーザにおいて、前記回折格子の溝の深さが、前記活性導波路の中央付近で浅く、活性導波路の両端面に近づくとつれて次第に深くなっていることを特徴とする位相シフト分布帰還型半導体レーザ。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光ファイバ通信等に用いられる単一軸モード発振の分布帰還型半導体レーザに関する。

〔従来の技術〕

レーザ発振に与る活性導波路に回折格子を有する分布帰還型半導体レーザは変調時においても単一軸モード発振が可能であり、超高速の光ファイバ通信のキーデバイスとしてさかんに研究開発が行われている。分布帰還型半導体レーザを光源として、数 G b i t / s , 数十 km レベルの伝送実験も行われ、その有用性も実証されている。特に、活性導波路の中央部付近で回折格子の位相が $\lambda/4$ (λ はレーザ発振光の媒体内波長) ずれている $\lambda/4$ 位相シフト半導体レーザはブラック波長で発振し、メインモードとサブモードの利得差が大きく取れることから注目を集めている。

〔発明が解決しようとする課題〕

分布帰還型半導体レーザを製作する上で、従来は、軸方向(光が伝播する方向、すなわち半導体レーザの端面に垂直な方向)にレーザ発振光と回折格子の結合係数 K がほぼ均一な回折格子を作製していた。しかしながら、 $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザでは位相シフト領域付近に電界強度が集中するため、高出力時においてホール

バーニングが生じ、モードの不安定性が引き起こされ、レーザ発振光のスペクトル線幅が増大したり、あるいは2モード発振してしまうような場合があった。このようなホールバーニングについては、エレクトロニクスレターズ (Electronics Letters) 誌、第22巻、第20号の1046頁に記載されている。現在は光出力約10mWと、比較的小出力で半導体レーザが使われることが多く、ホールバーニングの影響はないが、今後、光通信の長距離化に伴い、光出力20mW～50mWの高出力が要求されるため、高出力時においても安定に単一軸モード発振する高性能な分布帰還型半導体レーザの開発は必須である。従ってホールバーニングを抑制することは、分布帰還型半導体レーザの高性能化を図る上で極めて重要である。

これまで、このホールバーニングを抑制する手段としては、例えば、宇佐見等が、昭和63年電子情報通信学会秋季全国大会講演論文集、分冊C-1のC-155番で報告しているように、電

ことにより、ホールバーニングを抑制するものである。第5図に、従来の分布帰還型 $\lambda/4$ 位相シフト半導体レーザの共振器軸方向の電界分布と回折格子形状(溝の深さ)の関係を図す。第5図に示すとうり、従来の共振器軸方向に関して、均一な結合係数 K (約 50 cm^{-1} 程度)を有する分布帰還型 $\lambda/4$ 位相シフト半導体レーザでは中央の位相シフト部において電界強度が強くなり、高出力時においてホールバーニングが生じやすい。

共振器中央付近の結合係数 K を 30 cm^{-1} 程度に小さくし端面方向に向って 70 cm^{-1} 程度まで次第に大きくした本発明の半導体レーザの電界分布を第4図に示す。結合係数 K を共振器軸に沿って不均一にしたために、電界分布が第5図に比べて平坦になることがわかる。これはホールバーニングの抑制に大きな効果があり、共振器軸に沿って結合係数 K を変化させる本発明がホールバーニング抑制に対して有効であることがわかる。

〔実施例〕

以下実施例を示す図面を用いて本発明を詳細に

極を共振器軸方向に分割し、各電極の注入電流を変化させてホールバーニングを抑制する方法が試みられているが、煩雑で実用性に欠ける。

本発明の目的は、比較的簡単な方法でホールバーニングを抑制し、高出力時においても安定に単一軸モード発振可能な $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザを提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

活性導波路に沿って回折格子が形成され、活性導波路の中央付近で回折格子の位相がシフトしている位相シフト分布帰還型半導体レーザにおいて、前記回折格子の溝の深さが、活性導波路の中央付近で浅く、活性導波路の両端面に近づくにつれて次第に深くなっていることを特徴とする位相シフト分布帰還型半導体レーザによって、上述の問題を解決できる。

〔作用〕

本発明の主旨は共振器軸方向(活性導波路に沿った方向、すなわち、半導体レーザの出射端面に垂直な方向)に結合係数 K を不均一に分布させる

説明する。

第1図は本発明の第1の実施例であり、 $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザの断面構造図である。まず $n\text{-I n P}$ 基板6上に、共振器軸方向に沿って溝の深さを变化させた回折格子5を形成する。このような回折格子5の形成の方法を第2図に示す。

$n\text{-I n P}$ 基板6上に、ホトレジストを塗り電子ビーム(EB)露光により、第2図(a)に示すように基板中心部から端部にいくほど幅が狭く、間隔が広いストライプ状にパターン化したホトレジスト9を形成する。このホトレジストをマスクとして基板6をエッチングする(第2図(b))。この後ホトレジストを除去することにより、共振器の中心部分は溝が浅く端面付近は溝が深い回折格子5を形成することができる(第2図(c))。尚、 $\lambda/4$ 位相シフト領域形成は従来と同じ方法を用いた。

このようにして中央付近に $\lambda/4$ 位相シフト領域をもつ回折格子5を形成した基板6上に1.3

μm 組成の InGaAsP 光ガイド層 4、 InP のバッファ層 3、 $1.55\mu\text{m}$ 組成の InGaAsP 活性層 1、 $1.3\mu\text{m}$ 組成の InGaAsP メルトバック防止 (AMB) 層 8、 InP のクラッド層 2 を順次成長し、活性層、バッファ層、光ガイド層から成る活性光導波路を有する積層構造を作る。この後、この積層構造をエッチングしてストラブ状とし、この両側に高低抗層を形成して埋め込み構造とした。最後に熱放散を良くすることと、長共振器により狭線幅化をはかるため共振器長 $1000\mu\text{m}$ に切り出し、その端面に反射防止膜としてシリコン窒化膜 7 を形成して半導体レーザとした (第 1 図)。この半導体レーザの評価を行ったところ室温 CW において、最大 180mW と従来にない高出力が得られた。発振スペクトル線幅として 500KHz 、SMSR 40dB 以上と、従来にない高性能の分布帰還型半導体レーザが得られた。通常の共振器長 $300\mu\text{m}$ 程度で切り出した本発明の半導体レーザでは、発振しきい値電流 $10\sim 20\text{mA}$ 、微分量子効率

0.25W/A 程度のものが、再現性良く得られた。

このような $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザの回折格子 5 は第 3 図に示す方法でも作製可能である。すなわち、 $n\text{-InP}$ 基板上 6 に、溝の深さが均一な通常の $\lambda/4$ 位相シフト回折格子 5 を形成した後、共振器の両端側に、エッチングから回折格子 5 を保護するためのホトレジスト 9 を形成する (第 3 図 (a))。この後、エッチングを行い、中央部分のみ回折格子 5 の深さが浅くなるようにし (第 3 図 (b))、ホトレジスト 9 を除去して回折格子とする (第 3 図 (c))。

なお、実施例においては、材料系を GaAs にしても実現可能であり、また、活性領域を量子井戸構造としても可能である。

尚、実施例では光ガイド層に回折格子が形成されているが、他の層、例えば活性層に形成してもよい。回折格子は光が伝播する領域にあればよい。

〔発明の効果〕

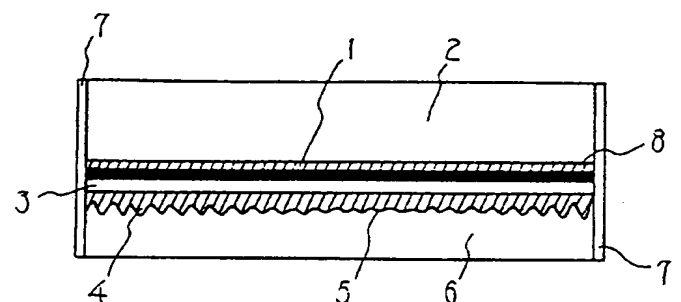
本発明の特徴は、 $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザにおいて、その回折格子の結合効率 K を共振器の中心付近で小さくすることにより、ホールバーニングを抑制したことである。それによって、高出力で且つ発振スペクトル線幅の狭い優れた分布帰還型半導体レーザが実現できる。

図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例である $\lambda/4$ 位相シフト分布帰還型半導体レーザの概略図、第 2 図ならびに、第 3 図は本発明における半導体レーザの回折格子を作製する方法の例を示した図、第 4 図は回折格子の深さを不均一にした場合の軸方向電界分布図、第 5 図は溝の深さが均一な場合の通常の回折格子の軸方向電界分布を示す図である。

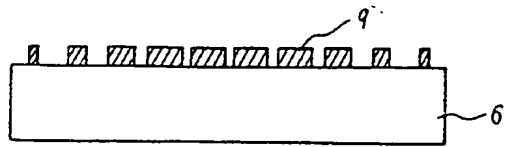
1…活性層、2…クラッド層、3…バッファ層、4…光ガイド層、5… $\lambda/4$ 位相シフト回折格子、6… $n\text{-InP}$ 基板、7…シリコン窒化膜、8…メルトバック防止層、9…ホトレジスト。

代理人 弁護士 内原 晋

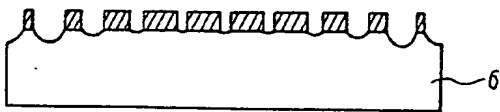


第 1 図

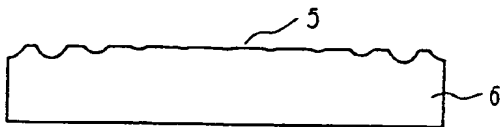
1: 活性層、2: クラッド層、3: バッファ層、
5: 回折格子、6: $n\text{-InP}$ 基板、
7: シリコン窒化膜、8: メルトバック防止層、



(a)

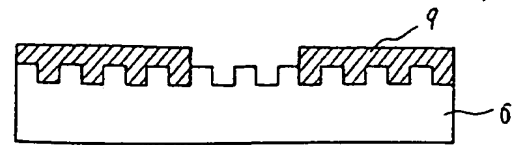


(b)

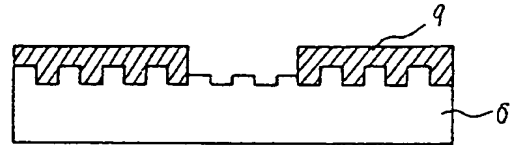


(c)

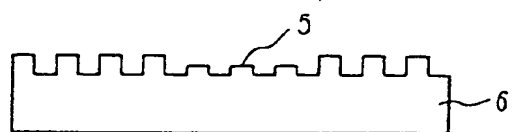
第2図



(a)

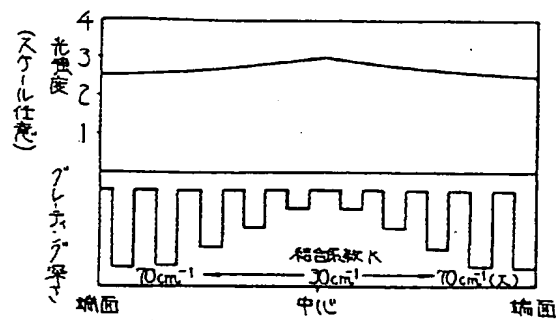


(b)

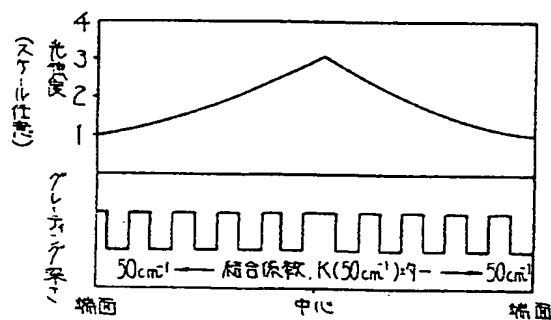


(c)

第3図



第4図



第5図